

(5) Japanese Patent Application Laid-Open No. 11-252633 (1999):

**"MOBILE SPEED DETECTING DEVICE AND MOBILE SPEED DETECTING METHOD"**

The following is a translation of abstract in this publication.

**[Abstract]**

**[Problem to be solved]** A mobile speed detecting device of the present invention is capable of detecting mobile speed of a mobile body in CDMA method.

**[Solution]** A demodulation process part 9 and a correlation detection part 10, shown in Fig. 2, perform demodulation process and correlation process to a transmitter pulse by a spectrum diffusion method to output a correlation value output. As shown in Fig. 4, in the mobile speed detecting device, a correlation value by the identical delay pulse from correlation output is sampled in a correlation output sampling part 4. A peak detection part 45 detects peaks appearing repeatedly at the sampled correlation value. A time difference detection part 46 obtains time difference between two peaks among the detected peaks. A speed calculation part 47 calculates mobile speed of a mobile body by dividing a distance factor by time difference obtained in the time difference detection part 45.

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-252633

(43) 公開日 平成11年(1999) 9月17日

(51) IntCl. <sup>6</sup>	識別記号	F I
H 0 4 Q 7/34		H 0 4 B 7/26 1 0 6 A
G 0 1 S 11/02		G 0 1 S 11/00 A
H 0 4 J 13/00		H 0 4 J 13/00 A

審査請求 未請求 請求項の数10 F D (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願平10-73188

(22) 出願日 平成10年(1998) 3月5日

(71) 出願人 592256623

通信・放送機構

東京都港区芝2-31-19

(71) 出願人 000187725

松下通信工業株式会社

神奈川県横浜市港北区綱島東4丁目3番1号

(72) 発明者 小野 学

東京都港区芝二丁目31番19号 通信・放送機構内

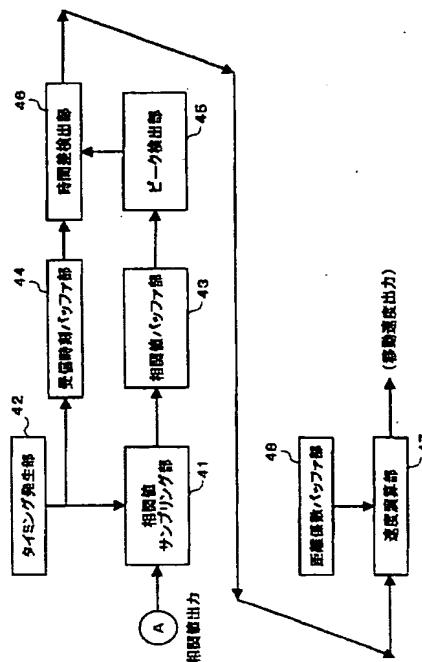
(74) 代理人 弁理士 鷲田 公一

(54) 【発明の名称】 移動速度検出装置及び移動速度検出方法

(57) 【要約】

【課題】 CDMA方式において、移動体の移動速度の検出を可能にすること。

【解決手段】 復調処理部および相関検波部で、スペクトラム拡散方式による送信波を復調処理及び相関処理して相関値出力を出力する。相関値出力サンプリング部41で、相関値出力から同一の遅延波による相関値をサンプリングする。サンプリングした相関値に繰り返し現れるピークをピーク検出部45で検出する。時間差検出部46では、検出したピークのうち2つのピーク間の時間差を求める。速度演算部47では、時間差検出部45で求めた時間差で距離係数を除することにより移動体の移動速度を算出する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 スペクトラム拡散方式による受信信号を復調処理及び相関処理して相関値出力を出力する復調・相関処理部と、前記相関値出力に含まれる同じ遅延時間を有する受信信号の相関値出力の変動周期を時間差として求める時間差検出部と、前記時間差検出部で求めた時間差で所定の距離係数を除することにより移動体の移動速度を算出する演算処理部と、を具備することを特徴とする移動速度検出装置。

【請求項 2】 相関値出力のピークを検出するピーク検出部を具備し、時間差検出部が、前記ピーク検出部で検出したピークのうち 2 つのピーク間の時間差を求めることを特徴とする請求項 1 記載の移動速度検出装置。

【請求項 3】 距離係数として、受信信号の波長又はその整数倍を用いたことを特徴とする請求項 1 又は請求項 2 記載の移動速度検出装置。

【請求項 4】 距離係数として、相関値出力の変動周期に対応する移動体の地点間の移動距離の実測値を用いたことを特徴とする請求項 1 乃至請求項 3 のいずれか記載の移動速度検出装置。

【請求項 5】 移動速度の平均値を求める平均化処理部を具備することを特徴とする請求項 1 乃至請求項 4 のいずれか記載の移動速度検出装置。

【請求項 6】 相関値出力を平滑化する平滑化処理部を具備することを特徴とする請求項 1 乃至請求項 5 のいずれか記載の移動速度検出装置。

【請求項 7】 スペクトラム拡散方式による受信信号を受信して復調処理及び相関処理して相関値出力を得る工程と、この相関値出力に含まれる同じ遅延時間を有する受信信号の相関値出力の変動周期を時間差として求める工程と、この時間差で所定の距離係数を除することにより前記移動体の移動速度を算出する工程と、を具備することを特徴とする移動速度検出方法。

【請求項 8】 相関値出力に含まれる同じ遅延時間を有する受信信号の相関値出力のピークを検出し、これらのピークのうち 2 つのピークの時間差を求めることを特徴とする請求項 7 記載の移動速度検出方法。

【請求項 9】 距離係数として、受信信号の波長又はその整数倍を用いることを特徴とする請求項 7 又は請求項 8 記載の移動速度検出方法。

【請求項 10】 距離係数として、相関値出力の変動周期に対応する移動体の地点間の移動距離の実測値を用いることを特徴とする請求項 7 乃至請求項 9 のいずれか記載の移動速度検出方法。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、CDMA 方式などのスペクトラム拡散通信における移動速度検出装置及び移動速度検出方法に関する。

【0002】

【従来の技術】移動通信において、増大する加入者を収容する技術の一つとして、セル半径の大きいマクロセル内にセル半径の小さいマイクロセルを重ねて配置した階層型セル構造を用いて、低速移動体をマイクロセルに割り当て、高速度移動体をマクロセルに割り当てる方法が考えられる。この方法によれば、単位面積あたりに収容できる加入者数の増大を図り、かつ、周波数の繰り返し半径を小さくして周波数の有効活用も図ることができる。上記方法を実施するに際し、セル割り当てのために移動体の移動速度を検出することが必須となる。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】近年、次世代移動通信方式として、CDMA (Code Division Multiple Access) 方式が期待されており、この CDMA 方式に上記階層型セル構成を導入することも重要である。このためには、CDMA 方式での移動体の移動速度の検出を実現する必要がある。

【0004】本発明は、CDMA 方式において、そこで用いられるスペクトラム拡散信号から移動体の移動速度の検出を可能にする移動速度検出装置及び移動速度検出方法を提供することを目的とする。

【0005】

【課題を解決するための手段】本発明は上記課題を解決するために、以下のような手段を講じた。

【0006】請求項 1 記載の移動速度検出装置に関する発明は、スペクトラム拡散方式による受信信号を復調処理及び相関処理して相関値出力を出力する復調・相関処理部と、前記相関値出力に含まれる同じ遅延時間を有する受信信号の相関値出力の変動周期を時間差として求める時間差検出部と、前記時間差検出部で求めた時間差で所定の距離係数を除することにより移動体の移動速度を算出する演算処理部と、を具備する構成を採る。

【0007】請求項 2 記載の発明は、請求項 1 記載の移動速度検出装置の発明において、相関値出力のピークを検出するピーク検出部を具備し、時間差検出部が、前記ピーク検出部で検出したピークのうち 2 つのピーク間の時間差を求める構成を採る。

【0008】請求項 3 記載の発明は、請求項 1 又は請求項 2 記載の移動速度検出装置の発明において、距離係数として、受信信号の波長又はその整数倍を用いたものである。

【0009】請求項 4 記載の発明は、請求項 1 乃至請求項 3 のいずれか記載の移動速度検出装置の発明において、距離係数として、相関値出力の変動周期に対応する移動体の地点間の移動距離の実測値を用いたものである。

【0010】これらの構成により、復調・相関処理部においては、移動体から発信し又は移動体が発信したスペクトラム拡散方式による受信信号を復調処理及び相関処理することにより相関値出力が得られる。時間差検出部

においては、相関値出力に含まれる同じ遅延時間を有する受信信号の相関値出力の変動周期を、受信信号の受信時刻の差（以下、時間差という）として求める。演算処理部においては、距離係数を時間差で除することにより、移動体の移動速度を算出する。ここで、受信信号は、直接波及び複数の遅延波を含む。

【0011】本発明の移動速度検出装置は、次の原理に基づいている。受信信号は、移動体の移動に伴ってフェージングが起るため、同じ遅延時間を有する受信信号の相関値出力は移動体の移動距離に対応して変動する。本発明者らは、受信信号レベルの距離変動周期を測定した結果、この距離変動周期が移動速度によらず略一定であることを見出した。言い換えれば、前記相関値出力が1周期分のレベル変動を起こすときに移動体が移動した距離（以下、1周期分移動距離という）は略一定である。ここで、距離変動とは、移動体の移動距離の変化に伴う受信信号レベルの変動をいう。

【0012】この見地によれば、前記時間差は、受信信号レベル変動の1周期分の距離を移動するのに要した時間に相当する。従って、この時間差で1周期分移動距離を除することにより移動体の移動速度を求めることができる。

【0013】前記時間差を得る方法としては、例えば、請求項2に記載の通り、相関値出力のピークを検出するピーク検出部を設け、時間差検出部で、ピーク検出部で検出したピークのうち2つのピーク間の時間差を求めることができる。ここで、時間差を求める2つのピークが連続していても非連続的であっても良い、非連続の場合、2つのピークの間に他のピークを含むので、移動体の移動距離は2つのピークが連続している場合の整数倍になる。従って、受信側に受信速度検出装置を設けた場合には、一方のピークに相当する受信信号を受信したときの移動体の位置（始点）から、他方のピークに相当する受信信号を受信したときの移動体の位置（終点）までの移動距離を、ピーク間の時間差で除すれば移動速度が求められるが、復調・相関処理により受信信号から得られる相関値出力は、通常、直接波及び全ての遅延波の相関値出力を含んでいる。このため、これらの中から同じ遅延時間を有する受信信号の相関値出力の変動周期を求める必要がある。そこで、例えば、ピーク検出部において、直接波及び全ての遅延波の相関値出力の中から同じ遅延時間を有する受信信号の相関値出力のピークを検出する。

【0014】上述のように移動体の移動距離を時間差で除すれば、移動体の移動速度を求めることができる。しかし、実際の移動距離は、測定時の環境によって変わってしまうので、移動体の移動速度には、移動距離の推定値又は近似値を距離係数として使用する。この距離係数としては、例えば、請求項4記載のように、相関値出力の変動周期に対応する地点（例えば、2つのピークに

応する移動体の地点）間の移動距離を予め実測して求めておき、この実測値を記憶手段に記憶しておいて距離係数として用いる。

【0015】距離係数は、実際の受信時又は発信時の移動体の移動距離とは完全に一致しないが近似した値であり、この距離係数を時間差で除して算出された移動体の移動速度は、実際の移動速度とおおよそ一致している。

【0016】また、本発明者らは、1周期分移動距離が受信信号の波長に略一致することを見出した。従って、請求項3に記載のように、距離係数として、受信信号の波長又はその整数倍を使用することができる。この場合には移動距離を実測する必要がない。

【0017】このように送受信システムだけで移動体の移動速度を検出できるので、容易に移動速度を検出して、階層型セル構造における移動体のセル割り当てを容易にかつ簡単なシステムで実現することができる。

【0018】請求項5記載の発明は、請求項1乃至請求項4のいずれか記載の移動速度検出装置の発明において、移動速度の平均値を求める平均化処理部を具備する構成を採る。

【0019】この構成により、平均化処理部により、複数の移動速度の値を平均化するか、複数の時間差の値を平均化しこの平均値を用いて移動速度を算出して、移動速度の平均値を得ることにより、より正確な移動速度を検出することができる。

【0020】請求項6記載の発明は、請求項1乃至請求項5いずれか記載の移動速度検出装置の発明において、相関値出力を平滑化する平滑化処理部を具備する構成を採る。

【0021】この構成により、平滑化処理部により相関値出力を平滑化するため、ピークの検出を容易に行うことができる。

【0022】請求項7記載の移動速度処理方法に関する発明は、スペクトラム拡散方式による受信信号を受信して復調処理及び相関処理して相関値出力を得る工程と、この相関値出力に含まれる同じ遅延時間を有する受信信号の相関値出力の変動周期を時間差として求める工程と、この時間差で所定の距離係数を除することにより前記移動体の移動速度を算出する工程と、を具備する構成を採る。

【0023】請求項8記載の発明は、請求項7記載の移動速度検出方法の発明において、相関値出力に含まれる同じ遅延時間を有する受信信号の相関値出力のピークを検出し、これらのピークのうち2つのピークの時間差を求める構成を採る。

【0024】請求項9記載の発明は、請求項7又は請求項8記載の移動速度検出方法の発明において、距離係数として、受信信号の波長又はその整数倍を用いる構成を採る。

【0025】また、請求項10記載の発明は、請求項7

乃至請求項9のいずれか記載の移動速度検出方法の発明において、距離係数として、2つのピークに対応する移動体の地点間の移動距離の実測値を用いる構成を採る。

【0026】これらの構成により、請求項1記載の発明と同様に、移動体から発信し又は移動体を受信したスペクトラム拡散方式による受信信号を復調処理及び相関処理することにより、相関値出力を得る。この相関値出力に含まれる同じ遅延時間を有する受信信号の相関値出力の変動周期を時間差として求める。求めた時間差で予め設定した距離係数を除することにより、移動体の移動速度を算出する。従って、送受信システムだけで移動体の移動速度を検出できるので、容易に移動速度を検出し、階層型セル構造において移動体のセル割当てを容\*

\* 易に行うことができる。

【0027】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態について、図面を参照して説明する。

【0028】（実験結果）まず、本発明の移動速度検出装置及び移動速度検出方法の原理を裏付ける実験結果について説明する。

【0029】送信局を固定、受信局を移動とし、遅延プロファイルデータを測定した。実験装置は、2GHz帯DS-SS方式送受信装置を用いた。送受信データの諸元を表1に示す。

【0030】

【表1】

送受信データの諸元

送信装置	中心周波数	2.1785GHz＝（波長 13.77cm）
	チップレート	15.36Mcps（拡散コード 256bit）
	シンボルレート	60kHz（データ＝0値）
	送信アンテナ	地上高 35m
	送信出力	37dBm（5W）
測定装置	測定トリガ間隔	1cm（1回の測定で1000地点
	測定データ	遅延プロファイル （分解能 0.5ナップ＝32.5ns）
	受信アンテナ	地上高 3m

市街地の同一の場所において、約10、20、30km/hで受信局を走行させた場合に、移動距離（m）の変化に伴う遅延波の相関値出力のレベル変動を調べた。この結果を図1に示す。

【0031】図1から明らかなように、移動距離の変化に伴う遅延波のレベル変動（以下、距離変動という）の周期（m）は速度によらず略一定であった。また、この周期（m）は受信信号、すなわち送信装置の送信波の波長（＝13.77mm）と略等しいことがわかった。

【0032】（実施の形態）以下、本発明の一実施の形態に係る移動速度検出装置を、図2～図6を参照して説明する。図2は、上記実施の形態に係るスペクトラム拡散信号の送受信システムのブロック図であり、図4は、上記実施の形態に係る移動速度検出部のブロック図である。

【0033】図2中上段の送信装置は、送信情報をベースバンドデータとして発生させるベースバンド発生部1と、拡散処理を行う拡散処理部2と、PN符号を拡散コードとして発生する拡散コード発生部3と、変調処理を行う変調処理部4と、送信信号を増幅する電力増幅部5と、アンテナ6とを備えている。

【0034】ベースバンド発生部1で発生されたベースバンドデータは拡散処理部2に送られる。拡散処理部2には、拡散コード発生部3より拡散コードが入力される。拡散処理部2では、ベースバンドデータを拡散コードで拡散処理して送信拡散信号として出力する。この拡

散処理は、1つのベースバンドデータをその値により拡散コード列そのまま、又は、符号の反転した拡散コードデータ列に変換する。送信拡散信号は、変調処理部4でQPSK変調されて送信信号として出力される。送信信号は、電力増幅部5で所定の電力に増幅されてアンテナ6より送信される。

【0035】図2中下段の受信装置は、送信信号を受信するアンテナ7と、送信信号を増幅する電力増幅部8と、送信信号を復調する復調処理部9と、復調された受信拡散信号を相関検波する相関検波部10と、送信側と同じ拡散コードを発生する拡散コード発生部11と、を具備している。

【0036】送信信号は、屋外電波路を通じてフェージングなどが生じた後、受信装置に到来する。アンテナ7から受信された受信信号は、電力増幅部8で増幅される。増幅された受信信号は、復調処理部9で受信拡散信号に復調される。この受信拡散信号は、相関検波部10で拡散コード発生部11からの拡散コードにより相関処理し、図3（A）に示す相関値が得られる。相関検波部10は、この相関値の二乗和の平方根をとることにより、図3（B）に示すパワー換算した相関値出力を得る。

【0037】図3（B）に示す相関値出力は振幅値を持ち、この振幅が受信レベルを示している。この相関値出力には、1ベースバンド長（シンボル長）毎に直接波（遅延ゼロ）を含む遅延波のピーク値が得られる。図3

(B)では見られないが、遅延波を複数受信した場合には他の遅延波のピーク値もシンボル内に分離して得られる。なお、この実施の形態では、送信装置を固定とし、受信装置を移動とした。

【0038】次に、移動速度検出処理について説明する。図4に示す移動速度検出部は、図5(A)に示す相関値出力(パワー換算)から同じ遅延時間を有する1つの遅延波(遅延ゼロの直接波を含む)の相関値出力をサンプリングする相関値サンプリング部41を備えている。相関値出力のサンプリングは、ベースバンドデータのシンボル長毎又はその整数倍毎に行う。これにより、同じ遅延時間の受信信号の相関値出力をサンプリングできる。このときのサンプリングのタイミングは、タイミング発生部42で発生したトリガ信号に従う。このトリガ信号は、受信装置におけるシンボル同期タイミング等を基準として発生させる。

【0039】サンプリングした相関値出力は、相関値バッファ部43に格納する。格納された相関値は、図5(B)に示すような振幅を持った波形として得られる。また、相関値をサンプリングした時刻を受信時刻として受信時刻バッファ部44に格納する。

【0040】なお、タイミング発生部42において、ベースバンドデータのシンボル長の整数倍よりも長い、独立のサンプリングのタイミングによる信号を受信時刻バッファ部44に送り、受信時刻バッファ部44ではそれによる受信時刻を格納し、同じタイミングの直後の最初に生じるベースバンドデータのシンボル長のタイミングをトリガ信号として相関値サンプリング部41に送り、そのタイミングによる相関値を相関値バッファ部43に格納してもよい。

【0041】ピーク検出部45は、図5(C)に示すように、相関値バッファ部43に格納された相関値から、その変動のピーク位置を検出する。例えば、ある相関値が、前後にサンプリングされた相関値のどちらよりも大きい場合にこの相関値の位置をピーク位置として検出することにより行う。また、例えばローパスフィルタなどの平滑化処理部により平滑化して求められたピーク位置を検出する。

【0042】時間差検出部46は、ピーク検出部45からの出力に従って、受信時刻バッファ部44に格納した受信時刻に基づいて、図5(D)に示すように、2つのピーク間の受信時刻の差を時間差として求める。

【0043】速度演算部47は、時間差検出部46から出力された時間差で距離係数バッファ部48に格納された距離係数を除して移動速度を算出する。本実施の形態では、距離係数としては送信信号の波長を用いる。

【0044】上記実施の形態に係る移動速度検出部を用いて、上記実験結果の場合と同じ測定データを利用してシミュレーションを行った。このとき、距離係数としては、受信信号の波長である13.7cmを用いた。図6

は、移動速度の推定結果を示す特性図である。図6の特性図は、横軸にデータ測定時間、縦軸に受信局の移動距離をとる。移動速度10、20、30km/hで移動した場合の結果を示す。図6中、実線は推定結果を、破線は実際の走行結果を示す。また、実線及び破線の傾きが移動速度を示す。

【0045】図6から明らかなように、推定結果及び走行結果は略同じになり、本発明の移動速度検出装置により速度検出が可能であることを裏付けている。

【0046】上記実施の形態では、距離係数としては送信信号の波長を用いたが、予め実験により2つのピークに対応する移動体の地点間の移動距離を求めて用いることもできる。

【0047】また、上記実施の形態では、時間差検出部46の出力をそのまま速度演算部47で演算処理に使用しているが、時間差検出部46及び速度演算部47の間に平均化処理部を設けて、複数の時間差 $t_1 \sim t_n$ を格納し、これらの平均値を算出し、この時間差平均値で距離係数を除して平均移動速度を求めることもできる。また、演算処理部47の後段に平均化処理部を設け、演算処理部47からの移動速度出力を平均化処理部に格納し、複数の移動速度の平均を採っても良い。これらの場合より正確な移動速度を検出することができる。

【0048】また、上記実施の形態では、相関値サンプリング部41でのサンプリングにより、相関検波部10からの直接波及び全ての遅延波の相関値出力から、同じ遅延時間の受信信号の相関値出力をサンプリングした後、ピーク検出部45でサンプリングした相関値出力のピークを検出している。しかし、相関検波部10からの相関値出力に同じ遅延時間の受信信号の相関値出力だけしか含まれていない場合や、相関検波部10からの相関値出力から直接ピークを検出できる場合には、相関値サンプリング部41によるサンプリングは不要である。

【0049】上記実施の形態では、移動速度検出部を設けた受信装置を移動させ、その移動速度を検出する場合について説明したが、基地局の受信装置に移動速度検出部を設けて、移動局の移動速度を検出することも可能である。CDMA方式では多重化効率を上げるため、基地局で受信する複数の移動局からの信号強度を一定に保つパワーコントロール技術、すなわち、移動局の送信パワーを変更する技術が必要となるが、その制御信号から送信パワーの変化を読み取り、受信信号の強度に補正をかけることにより、基地局での速度検出も可能になる。ただし、パワーコントロールの制御周期が受信信号レベルの変動周期よりも長ければ無視することも可能である。

【0050】上記実施の形態では、相関値出力に含まれる同じ遅延時間を有する相関値出力のピークを検出し、検出したピークのうち2つのピークの時間差を求めているが、この時間差は、同じ遅延時間を有する相関値出力の変動周期に相当する。従って、ピークを検出しないで

も同じ遅延時間を有する相関値出力の変動周期(単位: 時間)を求めることができれば、この変動周期で距離係数を除することにより移動速度を求めることができる。  
〔0051〕

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、CDMA方式において、スペクトラム拡散信号を用いて送受信システムだけで移動体の移動速度の検出を容易に行うことができる。この結果、階層セル構造において、移動体へのセル割り当てを容易に且つ低コストで行うことが可能になる。

【図面の簡単な説明】

【図1】移動距離の変化に伴う遅延波の相関値出力のレベル変動を示す特性図

【図2】本発明の一実施の形態に係るスペクトラム拡散信号の送受信システムのブロック図

【図3】(A)は相関処理部で得られる相関値を示す特性図、(B)は相関値出力を示す特性図

\*

\*【図4】上記実施の形態に係る移動速度検出部のブロック図

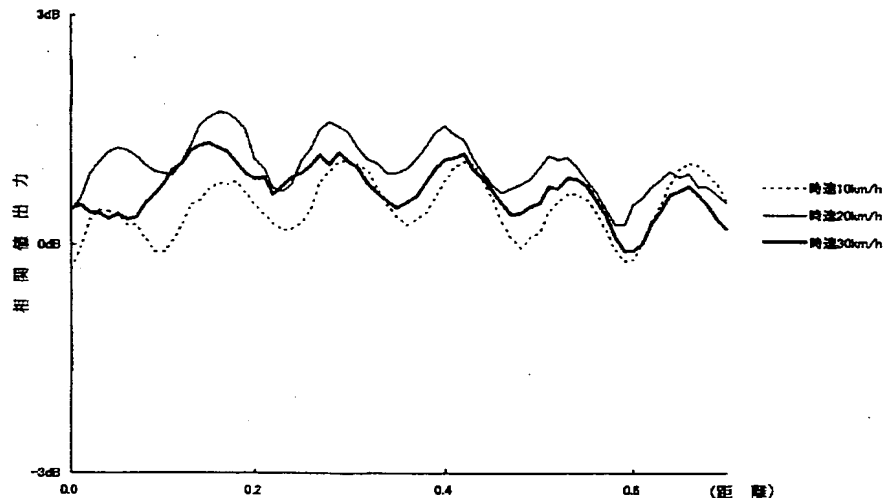
【図5】(A)は相関値出力を示す特性図、(B)はサンプリングした相関値を示す特性図、(C)はピーク検出の結果を示す模式図、(D)は時間差を示す模式図

【図6】上記実施の形態に係る移動速度検出方法による移動速度推定結果を示す特性図

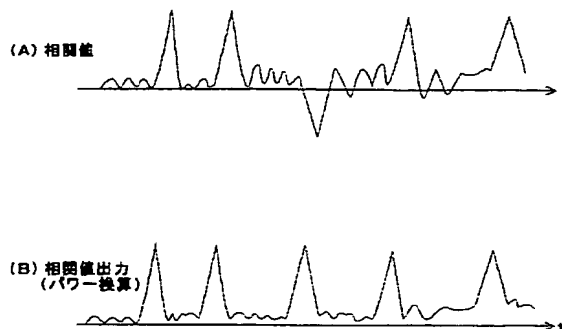
【符号の説明】

- 10 相関検波部
- 41 相関値サンプリング部
- 43 相関値バッファ部
- 44 受信時刻バッファ部
- 45 ピーク検出部
- 46 時間差検出部
- 47 速度演算部
- 48 距離係数バッファ部

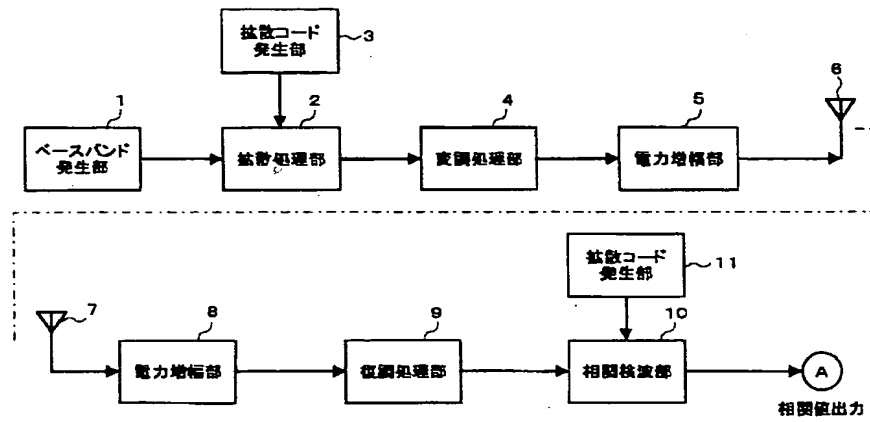
【図1】



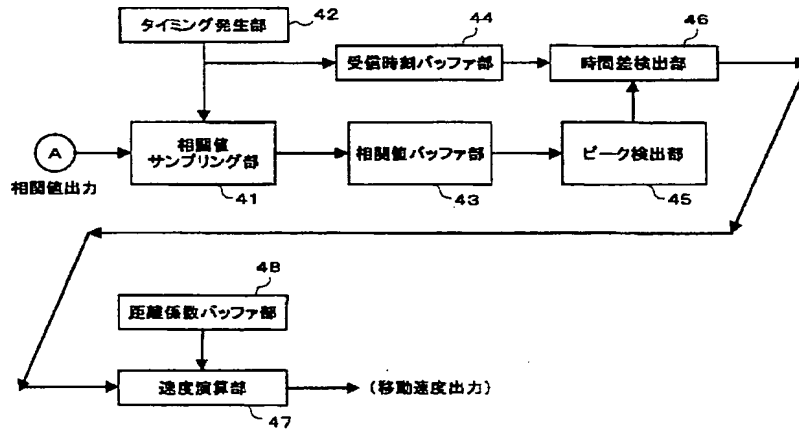
【図3】



〔図2〕

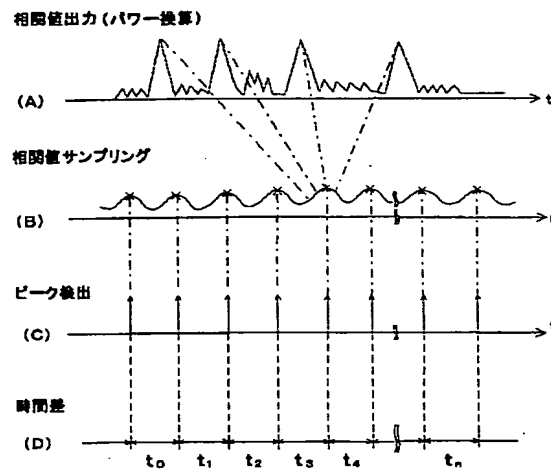


〔図4〕





【図5】



【図6】

